

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-120743

(43)Date of publication of application : 12.05.1995

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335

G02B 3/00

(21)Application number : 06-228719

(71)Applicant : TORAY IND INC

(22)Date of filing : 29.08.1994

(72)Inventor : UCHIDA TETSUO  
SUZUKI MOTOYUKI  
MATSUURA KAZUO

(30)Priority

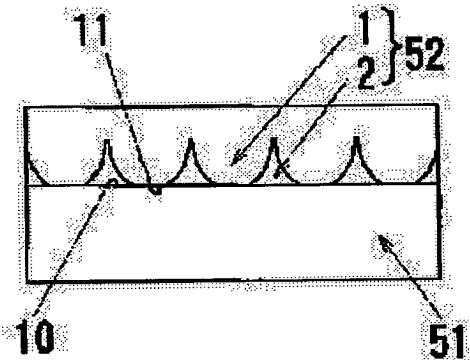
Priority number : 05235882    Priority date : 30.08.1993    Priority country : JP

## (54) METHOD FOR MOUNTING MICROLENS ARRAY SHEET

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To increase a visual field angle by bringing the peak part regions of the projecting parts of the rugged surface of the first material layer of micro-unit lenses into tight contact with the surface of a liquid crystal cell.

**CONSTITUTION:** The peak part regions 11 of the projecting parts of the rugged surface of the first material layer 1 of a microlens array sheet 52 are brought into tight contact with the surface 10 of the liquid crystal cell 51, by which a part of the first material layer 1 is eventually brought into contact with the surface 10 of the liquid crystal cell having a relatively small difference in refractive index and the prescribed critical reflection condition is destroyed in a part of the retroreflection route on the lens surface and, therefore, the external light infiltrating the inside of the microlens array sheet 52 is guided into the liquid crystal cell 51 without making retroreflection. The retroreflection on the lens surface is thus suppressed. Namely, the disadvantage of the narrow visual field angle of the liquid crystal display is overcome by the extremely simple constitution of merely providing the observation surface side of the liquid crystal cell 51 with the microlens array, by which the good display grade is eventually obtained in the observation direction of a wide range. The display grade which compares favorably with other display systems, such as CRT system, is obtained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The 1st matter layer and the 2nd matter layer with a refractive index smaller than this 1st matter layer should be caught in two parallel flat surfaces. It is the method of equipping a liquid crystal cell with the micro-lens array sheet which arranged the minute unit lens which functions as a lens when the interface of the 1st matter layer and the 2nd matter layer makes a concave surface and/or a convex configuration in the shape of a field. The wearing method of the micro-lens array sheet characterized by making the heights top field of the concavo-convex side of the 1st matter layer of a minute unit lens stick to a liquid crystal cell front face.

[Claim 2] The micro-lens array sheet with which one field is the micro-lens array sheet which arranged the minute unit lens which functions as a lens when the field of another side makes a concave surface and/or a convex configuration in the shape of a field, and is characterized by the thing of this concave surface and/or a convex for which the heights crowning is formed with adhesiveness or the adhesive resin at least at a flat surface.

[Claim 3] The liquid crystal display characterized by equipping the observation side of a liquid crystal cell with a micro-lens array sheet according to claim 2 using the adhesiveness or adhesive property of this micro-lens array sheet.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]**

**[0001]**

**[Industrial Application]** this invention is used for the wearing method of a micro-lens array sheet, and its method, and relates to a suitable micro-lens array sheet and the liquid crystal display using it. It is related with the technology of equipping a liquid crystal cell with a micro-lens array sheet, and obtaining a liquid crystal display in more detail.

**[0002]**

**[Description of the Prior Art]** The application to a liquid crystal display, an optical coupling optical element, a picture input device, etc. is expected, and, as for the micro-lens array which arranged minute unit lenses, such as a convex lens and a concave lens, in the shape of a field, research is advanced.

**[0003]** A micro-lens array divides roughly and has two sorts of gestalten. One carries out array formation of the tothing-like unit (minute unit lens) controlled by ultra-fine processing technology on the field-like substrate etc., and another is the so-called monotonous micro-lens array which gave the distribution of a refractive index to the arbitrary minute unit portions in a plane substrate.

**[0004]** A liquid crystal display uses the electro-optical effect of a liquid crystal molecule, i.e., an optical anisotropy, (refractive-index anisotropy), a stacking tendency, a fluidity, a dielectric anisotropy, etc., and displays using the liquid crystal cell which arranged the optical shutter to which it electric-field-impresses, or energizes in arbitrary display units, and a light transmission and a reflection factor are changed. This liquid crystal display has the direct-viewing-type display which carries out direct observation of the image displayed on the liquid crystal cell, and the projected type display which projects a display image on a screen and observes it from a transverse plane or a tooth back.

**[0005]** The liquid crystal display (it may only be hereafter called a "liquid crystal display" or "LCD") of a direct viewing type has the fault that display grace changes with observation directions. If display grace falls and a certain angle is exceeded so that the angle which the direction of a normal of the screen and the observation direction make becomes large, since it is set up so that the best display grace may be obtained when it generally observes from [ of the screen ] a normal, it has the fault, i.e., the fault that the angle of visibility (it may only be hereafter called an angle of visibility) from which good display grace is obtained is narrow, of exceeding the range which an observer can admit. In order to expand the angle of visibility of a liquid crystal display, combining optical elements, such as a liquid crystal display and a micro-lens array sheet, is proposed.

**[0006]** As a method of expanding an angle of visibility to the observation side side of a liquid crystal display combining the optical element which controls the beam-of-light transparency directions, such as a lens The method (JP,53-25399,A) of allotting a plano-concave lens group, the method of arranging a polyhedron lens (JP,56-65175,A), How (JP,61-148430,A) to arrange a prism-like salient transparent board, the method (JP,62-56930,A —) of preparing a lens per display of a liquid crystal cell, respectively There is JP,2-108093,A etc. and there are some (JP,58-169132,A, JP,60-202464,A, JP,63-253329,A) which add a means to control [ in addition

to these ] the direction of beam-of-light outgoing radiation of the source of a back light further in a penetrated type display.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The conventional method has all come [ however, ] to solve the problem of an angle of visibility deficiently to practicality. According to examination of this invention persons, this reason is because there was a fault of the effect of expanding an angle of visibility by the method by which the conventional proposal has been made being small, or falling the display grace of a liquid crystal display remarkably.

[0008] That is, since the display observed is reduced while the thickness of a display will become thick and the feature of a liquid crystal display called a thin shape will be spoiled, if it thinks also including the thickness of a lens, since considerable curvature is required of the method of arranging a single concave lens, there is a fault of being hard coming to distinguish the content of a display.

[0009] moreover, like the method of arranging the plano-concave lens group by which the conventional proposal is made, a polyhedron lens group, a lenticular-sheet lens, and a prism board By the method which the concavo-convex field of each optical element exposes to the observation side of a liquid crystal display Not only the effect of expanding an angle of visibility is small, but the display contrast when observing a liquid crystal display from a transverse plane (the direction of a normal of an observation side) falls. Moreover, since scatter reflection of the beam of light which carries out incidence from the outside of a liquid crystal display depending on the observation direction is carried out strongly There is a fault that the whole screen becomes whitish when there is an incident light from the outside, such as the usual indoor lighting, the contrast ratio at the time of an optimal-color display and the maximum dark color display falls, and a display becomes hard to see. That is, it became so remarkable that the angle which the direction of a normal of the screen and the observation direction make becomes large while the display grace when observing a liquid crystal display from a transverse plane falls, and above a certain angle, it becomes impossible to almost decipher the content of a display, and the angle of visibility which is the original purpose was not able to be expanded as a result.

[0010] Moreover, in the monotonous micro-lens array which established the refractive-index distribution field in the interior, such as a glass substrate, although the above-mentioned fault is canceled mostly, since sufficient refractive-index difference cannot be taken, there is a fault that the angle-of-visibility expansion effect is small.

[0011] In addition, since the fault that the angle of visibility of the above-mentioned liquid crystal display is narrow is the theoretic problem of a liquid crystal display, there is a limitation in expanding an angle of visibility, and sufficient effect is not acquired by the improvement inside a liquid crystal cell.

[0012] the purpose of this invention cancels the above-mentioned fault, and it is in the wearing method of the micro-lens array sheet which has sufficient angle-of-visibility expansion effect under anticipated-use environment with outdoor daylight, the thing for which it uses for the method and a suitable micro-lens array sheet is offered, and this invention offering further the liquid crystal display to which an angle of visibility is large and observation by two or more persons is enabled using it

[0013]

[Means for Solving the Problem] The wearing method of the micro-lens array sheet of this invention in alignment with this purpose The 1st matter layer and the 2nd matter layer with a refractive index smaller than this 1st matter layer should be caught in two parallel flat surfaces. It is the method of equipping a liquid crystal cell with the micro-lens array sheet which arranged the minute unit lens which functions as a lens when the interface of the 1st matter layer and the 2nd matter layer makes a concave surface and/or a convex configuration in the shape of a field. It is characterized by making the heights top field of the concavo-convex side of the 1st matter layer of a minute unit lens stick to a liquid crystal cell front face.

[0014] Moreover, one field is a flat surface, and when the field of another side makes a concave surface and/or a convex configuration, the micro-lens array sheet concerning this invention is a micro-lens array sheet which arranged the minute unit lens which functions as a lens in the

shape of a field, and is characterized by the thing of this concave surface and/or a convex for which the heights crowning is formed with adhesiveness or the adhesive resin at least.

[0015] Furthermore, this invention offers the liquid crystal display characterized by equipping the observation side of a liquid crystal cell with the aforementioned micro-lens array sheet using the adhesiveness or adhesive property of this micro-lens array sheet.

[0016] In this invention, a "liquid crystal display" uses the electro-optical effect of a liquid crystal molecule, i.e., an optical anisotropy, (refractive-index anisotropy), a stacking tendency, a fluidity, a dielectric anisotropy, etc., and means the image display equipment which carries out direct observation of the picture displayed using the array object of a liquid crystal light shutter to which a light transmission and a reflection factor are changed with an absolute size by electric-field-impressing, or energizing in arbitrary display units, and changing the orientation state of liquid crystal.

[0017] In this invention, a "liquid crystal cell" means the array object of this liquid crystal light shutter. As mentioned above, even if it was going to equip with the method using micro-lens array sheets, such as the conventional lenticular-sheet lens and a monotonous micro-lens array, on the surface of the liquid crystal cell and it tended to obtain the latus liquid crystal display of an angle of visibility, its deterioration of the display grace when the angle-of-visibility expansion effect being small, or observing from a transverse plane was remarkable.

[0018] In order for this invention persons to expand an angle of visibility, without reducing the display grace when observing from a transverse plane as a result of inquiring in view of the above-mentioned fault The 1st matter layer and the 2nd matter layer with sufficient refractive-index difference are put between a flat surface parallel to two each other. It found out that the angle of visibility of a liquid crystal display was expandable by considering as the micro-lens array sheet which arranged the minute unit lens with sufficient refraction function by making the interface of the 1st matter layer and the 2nd matter layer into the shape of toothing. However, when outdoor daylight was strong, there was a problem that visibility fell, examination was advanced further and this invention was completed.

[0019] In this invention, a minute unit portion with a minute unit lens, i.e., a lens function, is arranged in the shape of a field with a micro-lens array sheet (it may be hereafter called MLA). When it says that an array object (MLA) is fully large to the size of a unit portion (unit lens) and an array object consists of 100 or more unit portions here, it shall be said here that a "minute" unit portion has a minute unit portion.

[0020] It is not necessary to have a certain regular focus, and, furthermore, there should just be a function made refracted in the arbitrary directions by which the beam of light which carries out incidence was controlled here like a single convex lens usual with "it has a lens function", and a single concave lens.

[0021] The unit lens of this invention functions as a lens, when the interface of the 1st matter layer pinched by two parallel flat surfaces and the 2nd matter layer with a refractive index smaller than this 1st matter layer makes a concave surface and/or a convex configuration.

[0022] There is a two-dimensional lens array sheet which arranged the curved surface of the shape of a dome with bases, such as a 1-dimensional lens array sheet which, on the other hand, arranged to \*\* the curved surface shown by the locus to which the parallel displacement of the curves, such as radii, was carried out like a lenticular-sheet lens as a configuration of a concavo-convex side, a rectangle and a triangle, and a hexagon, in all directions. Moreover, what carried out the polyhedron configuration with which a flat surface and/or a curved surface with various angles and curvature were combined may be used.

[0023] Here, the 1st matter which constitutes the 1st matter layer, and the 2nd matter which constitutes the 2nd matter layer are transparent matter substantially, respectively. As the 1st matter, glass material, transparent plastic material, etc. are used preferably. Moreover, as the 2nd matter, a refractive index should be just smaller than the 1st matter, and gases, such as liquids, such as water besides glass material and transparent plastic material, and air, can be used. The layer of such 1st matter and the 2nd matter is pinched by two parallel flat surfaces. Moreover, let the interface be a concave surface and/or a convex.

[0024] A flat surface shall mean that it is a flat surface substantially as compared with the

concavo-convex field used as the field which functions as a lens, and when average-of-roughness-height  $R_a$  is  $1/5$  or less to the height of a concavo-convex field here, it shall be said [ flat surface ] here that it is it. Moreover, it says that it is [ as opposed to / a concavo-convex size / similarly ] substantially parallel in it being parallel.

[0025] In such a micro-lens array sheet, there was a problem that the visibility when considering as a liquid crystal display by the retroreflection in a lens side fell under environment with outdoor daylight only by having arranged on the surface of a liquid crystal cell.

[0026] Then, maintaining the angle-of-visibility expansion effect over a liquid crystal display, how to reduce reflection of outdoor daylight greatly is examined, and the heights part top field of the 1st matter of each unit lens of a micro-lens array was stuck to the liquid crystal cell, and it found out that the angle of visibility of a liquid crystal display was expandable, without reducing visibility by making outdoor daylight advance inside a liquid crystal cell.

[0027] In the micro-lens array sheet, the mechanism in which visibility fell under environment with outdoor daylight was examined. Consequently, the outdoor daylight which carried out incidence to the lens array sheet from the high refractive-index matter layer side When total reflection is carried out in the portion which has an angle more than the critical angle of reflection based on the refractive-index difference of both matter among interfaces with the low refractive-index matter layer which is making the concavo-convex side and the beam of light reflected further repeats reflection by the same principle It studied that it was the main factor of reflection of outdoor daylight that outgoing radiation is again carried out from the field which carried out incidence (this phenomenon may be hereafter called "retroreflection in a lens side"). However, it became clear that outdoor-daylight reflection becomes strong and it has been the problem to limit the use when considering as a liquid crystal display, so that it was going to acquire the big angle-of-visibility expansion effect, since the portion of the concavo-convex field which has a big angle by one side to the observation side from which the first total reflection starts is the portion which demonstrates the angle-of-visibility expansion effect that it is big when carrying in a liquid crystal display.

[0028] The conditions from which total reflection arises happen, when a beam of light reaches an interface with the high refractive-index matter to the low refractive-index matter and it is more than critical angle-of-reflection  $\theta_c$  the angle  $\theta$  which the travelling direction of a beam of light and the normal of an interface make is indicated to be by following the (1) formula as known well.

$$\sin(\theta_c) = n_2 / n_1 \dots (1)$$

It is  $n_2$  here. The refractive index of the low refractive-index matter, and  $n_1$  The refractive index of the high refractive-index matter is shown.

[0029] For example, in drawing 2, if the refractive index of the lens quality-of-the-material layer 1 which is the high refractive-index matter is set to 1.5 and the refractive index of the air space which is a low refractive-index matter layer is set to 1.0, critical angle-of-reflection  $\theta_c$  will become about 41.8 degrees, and all the beams of light that reached the concavo-convex side 3 with the angle beyond this will be reflected.

[0030] In drawing 2, in the concavo-convex field 3, total reflection of the beam of light 101 which carries out incidence from [ of a substrate side ] a normal is carried out twice, and outgoing radiation is again carried out from a substrate side among the incident lights from the 1st matter layer side used as outdoor daylight, i.e., the incident light from a substrate side. Moreover, in the concavo-convex field 3, total reflection of another beam of light 102 is carried out 3 times, and outgoing radiation is carried out from a substrate side. Thus, the beam of light by which outgoing radiation is carried out from the same field as the field which carried out incidence caused [ main ] outdoor daylight reflection when using the conventional micro-lens array sheet by repeating total reflection.

[0031] Then, as shown in drawing 1, when the front face 10 of a liquid crystal cell 51 sticks the heights top field 11 of the 1st matter layer 1 of the micro-lens array sheet 52 Since the critical reflective conditions which a part of 1st matter layer 1 will touch the liquid crystal cell front face 10 where a refractive-index difference is comparatively small, and were shown in the formula (1) according to a part of retroreflection path in a lens side collapse, Since the retroreflection of the

outdoor daylight 103 and 104 which advanced into the micro-lens array sheet is not carried out but it is guided in a liquid crystal cell 51 as shown in drawing 3, the retroreflection in a lens side is inhibited.

[0032] The \*\* type view of the configuration of MLA used for this invention at drawing 4 or drawing 8 is shown. Drawing 4 and drawing 5 are the examples of 1-dimensional MLA which, on the other hand, arranged the pillar-shaped boiled-fish-paste-like object to \*\*. Moreover, drawing 6 or drawing 8 is the example of two-dimensional MLA which arranged the dome-like solid with the base of a hexagon in all directions. In drawing 4 or drawing 8, fields 4 and 5 which reach 1st matter layer 1 and are different in the mutual interface 3 of the 2nd matter layer 2 are parallel flat surfaces mutually.

[0033] If it has such an outdoor daylight acid-resisting function, although especially the method of sticking the heights top field of the 1st matter layer of a micro-lens array sheet on a liquid crystal cell front face is not asked, as a desirable concrete method, the following will be mentioned from the point of the ease of operation.

(1) The method of the 1st matter layer of a minute unit lens with which forms a heights top field with adhesiveness or the adhesive matter at least, and it equips on the surface of a liquid crystal cell using this adhesiveness or adhesive property.

(2) The method of the 1st matter layer of a minute unit lens with which applies adhesion or the adhesive matter to the heights top field, and it equips on the surface of a liquid crystal cell at least using this adhesiveness or adhesive property.

(3) The method of applying adhesiveness or the adhesive matter to the portion of the 1st matter layer of a minute unit lens which a heights top field faces at least at least, and equipping on the surface of a liquid crystal cell using this adhesiveness or adhesive property on the front face of a liquid crystal cell.

(4) The method of equipping a liquid crystal cell through this base material, after applying adhesiveness or the adhesive matter to the portion of the transparent plate-like base-material front face prepared independently which a heights top field faces at least and equipping this base-material front face with a micro-lens array sheet using this adhesiveness or adhesive property.

[0034] In addition, in these methods, it is not asked especially about the sequence which assembles each part material which constitutes MLA and a liquid crystal cell, productivity, the quality of LCD obtained are taken into consideration, and it is chosen suitably. That is, after compounding MLA with members, such as a polarization film which may equip with MLA and is arranged on the observation side side of a liquid crystal cell after assembling a liquid crystal cell according to the same process as the conventional LCD, you may assemble a liquid crystal display.

[0035] When the matter with adhesiveness here or an adhesive property is generally called a binder or adhesives and a liquid crystal cell is equipped with it, it says what a minute unit lens crowning can stick to a liquid crystal cell observation side, and it is desirable that it is a macromolecule resin constituent from a point with easy handling. This resin constituent is chosen in consideration of the polymerization degree of a resin, a glass transition temperature, etc. by the adhesiveness or adhesive property to search for. Although not limited especially as this resin, the oak which illustrates the example of representation, thermoplastics, an ultraviolet-rays hardening type resin, etc. are mentioned, and if the simplicity of the method of forming a minute unit lens is taken into consideration, an ultraviolet-rays hardening type resin will be used preferably.

[0036] As a gestalt which the 1st matter layer heights top field of a micro-lens array sheet stuck to the liquid crystal cell front face, as shown in drawing 9, as for the lens height (a) when equipping a liquid crystal display 3, a lens pitch (b), and flat part width of face (c), it is desirable to have the next relation. That is,  $1/3 - 5/1$ , it being  $1/2 - 4/1$  still more preferably, and b/c have  $[2/1 - 10/1]$ , and that it is  $2/1 - 5/1$  still more preferably ] desirable a/b.

[0037] This mode of this invention has a still bigger effect, when the 2nd matter layer is air. That is, they are the point that wearing to a liquid crystal cell becomes easy, and two points of being easy to acquire the big angle-of-visibility expansion effect.



[0038] In case a liquid crystal cell is equipped with a micro-lens array sheet, the 2nd matter layer in the case of solid-states, such as a transparent plastics resin Although it can be made to be able to stick to a liquid crystal cell and can equip by giving adhesiveness or an adhesive property to the 2nd matter layer itself [ this ], or carrying out the laminating of a binder layer or the adhesives layer on this 2nd matter layer the case where the 2nd matter layer is air — the [ the 1st matter layer or ] — it is because it is necessary to support a micro-lens array sheet on a liquid crystal cell by the additional member holding the rigidity of the base material in which 1 matter layer is made to form, or a micro-lens array sheet

[0039] moreover, although a big refractive-index difference is needed between the 1st matter and the 2nd matter in order to acquire the big angle-of-visibility expansion effect, since the refractive index of the transparent matter generally used widely is concentrated on the range of 1.4–1.6, it is difficult to acquire the big angle-of-visibility expansion effect by the selection from these quality of the materials, and special quantity or the low refractive-index matter must be used However, if air is used as the 2nd matter layer, the big angle-of-visibility expansion effect can be acquired with general-purpose material.

[0040] The micro-lens array sheet which this invention uses can perform an antistatic treatment and surface hardening (hard-coat) which are made on the observation side front face of the conventional liquid crystal display, acid-resisting (anti reflection) processing by the optical multilayered film, anti-dazzle (non-glare) processing, etc. if needed to the front face 4 by the side of the 1st matter layer in the micro-lens array sheet of composition of having been shown in the field which turns into an observation side front face when a liquid crystal display is equipped, for example, drawing 4 , and drawing 8 .

[0041] Although the base material in which MLA is formed can be chosen according to operation and is not indispensable, the method using MLA formed on glass or transparent plastic film has the highest versatility. In this case, it is desirable to make transparent plastic film into a base material from formation of the ease of dealing with it or a lens side being comparatively easy.

[0042] A micro-lens array sheet can apply the manufacture method of the conventional lenticular-sheet lens or a Fresnel lens, and can acquire it by the new method.

[0043] the [ namely, / the 1st matter layer or ], in order to obtain 2 matter layers the female on which the lens configuration searched for beforehand was stamped — the method which prepares metal mold, is filled up with a resin etc. and imprinted on a sheet front face — How to prepare the same metal mold, pour in a resin and fabricate a base-material portion and a lens group portion simultaneously, After irradiating only the part which applies uniformly optical hardening resin, such as ultraviolet-rays hardening resin, on base materials, such as plastic film, and asks for it and making it harden a beam of light, Although the method of cutting mechanically base-material front faces, such as a method of removing a garbage, plastics, or glass, and creating a lens configuration, the method which combined these are mentioned, it is not limited to these.

[0044] The method of irradiating ultraviolet rays and making them harden is desirable, filling up ultraviolet-rays hardening resin into metal mold with the point which can manufacture continuously among these and can perform processing with it, and imprinting on a plastic film base material at it. [ good productivity and ] [ precise ]

[0045] the [ thus, ] — the [ 1 matter layer or ] — when using matter other than air as the 2nd matter after obtaining 2 matter layers, it can be filled up with the material used as the matter layer, and a micro-lens array sheet can be obtained

[0046] Moreover, carry out the laminating of the radiation-curing nature resins, such as ultraviolet-rays hardening resin, on a substrate, the portion which serves as a unit lens by irradiating radiation, such as ultraviolet rays, only at a required part is made to harden as a new method, and there is a method of removing a part for a non-hard spot later on etc.

[0047] Next, the liquid crystal display of this invention is described. The liquid crystal display of this invention is a liquid crystal display characterized by having made into the observation side side the flat-surface side of the micro-lens array mentioned above, and equipping the observation side side of a liquid crystal cell with a wearing, i.e., microlens, side at a liquid crystal cell side.

[0048] A liquid crystal display is what displays arbitrary information by the liquid crystal cell which combined the display unit of arbitrary configurations. There are various display formats to the thing of the dot-matrix method which can display mass information from what displays one information by one pictorial symbol etc. by the liquid crystal cell which arranged the dot-like display unit in all directions. The liquid crystal display of a dot-matrix method with large information capacity has the large effect acquired by enabling observation by two or more persons by expanding an angle of visibility although which form is sufficient as the liquid crystal display of this invention.

[0049] A liquid crystal cell means what arranged the optical shutter style which controls a light transmission using the difference of the optical property produced into a voltage impression portion and a non-impressing portion as a display unit by changing the orientation state of a liquid crystal molecule here by electric-field-impressing or energizing in a liquid crystal molecule with the electro-optical effect, i.e., the refractive index, and the dielectric constant anisotropy of a liquid crystal molecule.

[0050] There are the oak which illustrates the format of an optical shutter style, dynamic scattering mode (DS), guest host mode (GH), phase transition mode, a twisted nematic type (TN), ferroelectricity mode, a super twisted nematic type (STN), polymer distribution mode, HOMEOTROPIC mode, etc.

[0051] Moreover, there are a segment drive which drives each liquid crystal cell independently as a method which drives each display unit of a liquid crystal cell, a simple matrix drive which carries out the time-sharing drive of each display unit, an active matrix drive which allotted active elements, such as a transistor and diode, to each display unit.

[0052] As a method which observes LCD, the reflecting layer which has light reflex ability is prepared in the tooth back of LCD, and there is penetrated type LCD which is made to penetrate LCD and observes the light by which prepared the light source in the LCD tooth back, and outgoing radiation was carried out to the reflected type which is made to reflect the light which carried out incidence from the front face of LCD, and is observed from the light source. Moreover, there are some which make both serve a double purpose.

[0053] The liquid crystal display of this invention is a book among these at the time of the liquid crystal display of a penetrated type simple matrix drive super twisted nematic type, a penetrated type active matrix drive twisted nematic type, and a reflected type simple matrix drive super twisted nematic type, although it can combine suitably and can constitute in accordance with the property of asking for some above display formats, a drive method, and an observation method.

[0054] The fault that an angle of visibility is narrow can be canceled without reducing the display grace of the conventional liquid crystal display by preparing MLA previously stated to the observation side side of a liquid crystal cell.

[0055] Generally, even if the angle which the observation direction and the direction of a normal of a cell observation side make is fixed, change of the display grace by the observation direction of a liquid crystal cell is generated when the observation direction rotates this normal as a shaft. That is, it is common that (the left when receiving the screen, the right, above, down, etc. and angles of visibility) change with directions which move from the transverse plane of a cell in the observation direction. Or on the other hand, wanting to expand the angle of visibility of a longitudinal direction depending on the purpose of using a liquid crystal display etc. expands Mukai's angle of visibility preferentially. In such a case, it can consider as a liquid crystal display with still higher display grace by designing so that it may have the degree of diffusion angle which changes the function of a lens with each directions about the angle-of-visibility property of each direction or the angle-of-visibility expansion direction for which it asks of a liquid crystal cell.

[0056] Namely, although an angle of visibility is expanded about four-directions each direction in two-dimensional MLA as shown in drawing 6 or drawing 8 when a liquid crystal cell is equipped, according to 1-dimensional MLA as shown in drawing 4 and drawing 5, an angle of visibility is expandable only in the array direction (drawing 4 space longitudinal direction). Moreover, even if it makes the array direction intersect perpendicularly and carries out the two or more sheet laminating of the 1-dimensional MLA, an angle of visibility is expanded about four-directions

each direction.

[0057] The size and position of the unit lens of MLA used for this invention can be chosen with the size of the display unit of a liquid crystal cell. When a liquid crystal display is a dot-matrix method, there are two desirable modes in the correspondence relation between one display unit and unit lens. As for one, one unit lens corresponds correctly per 1 display of a liquid crystal cell, respectively, and, as for another, two or more lenses correspond to 1 display unit. By this, generating of the moire by interference of the lens array pitch of MLA and the display unit pitch of a cell can be suppressed. Precise alignment is unnecessary, and since the same MLA can be used to a cell with how many kinds of those dot sizes, the latter mode is [ among these ] desirable at the point whose productivity improves. It is desirable that four or more unit lenses correspond to 1 dot still more preferably, and, as for a further, it is desirable that eight or more unit lenses correspond to 1 display unit.

[0058] In the case of 1-dimensional MLA, the definition of the number  $n$  of a unit lens to 1 display unit is following the (2) formula here, and, in the case of two-dimensional MLA, it defines as following the (3) formula.

$$n=N/(L/l) \dots\dots (2)$$

$$n=N/(A/a) \dots\dots (3)$$

It is the area of the portion which the length of the lens array direction of the portion which the total of the unit lens which  $N$  has on the LCD screen, and  $L$  contribute to the length of the 1-dimensional MLA unit lens array direction of a liquid crystal cell here, and  $l$  contributes to a display among 1 display units of a liquid crystal cell, and  $A$  contribute to the area of the LCD screen, and  $a$  contributes to a display among 1 display units of a liquid crystal cell. These formulas show the number of an average of the lens corresponding to the display unit portion except the portion which does not contribute directly to the display of the wiring space of the LCD screen etc.

[0059] In this invention, when it is penetrated type LCD in which LCD has a source of a back light, as for this source of a back light, it is desirable that it is that by which outgoing radiation of the 80% or more of the flux of light is carried out to the effective viewing-angle range of the liquid crystal cell put together.

[0060] The effective angle-of-visibility range of a liquid crystal cell means the angle-of-visibility range from which display grace good when a liquid crystal cell is observed is obtained here, and it considers as the range of the observation direction where one fifth of contrast ratios are obtained here to the greatest contrast ratio in the observation direction in which the best display grace is obtained.

[0061] There are two effects acquired by considering as the source of a back light with such directivity, and one is the point which the flux of light by which outgoing radiation is carried out from light source objects, such as a fluorescence pipe, can use effectively. The liquid crystal display of this invention with namely, each unit lens of a lens array sheet Since it enables it to observe the flux of light penetrated in the direction which shows a good display from various directions at the same time it makes the flux of light penetrated in the bad direction of the display grace of a liquid crystal cell refracted and makes it observation not affected The flux of light by which outgoing radiation was carried out from before at the big angle to the direction of a normal of the screen in the source of a back light without the directivity generally used is not used. Then, the flux of light by which outgoing radiation is carried out from the light source can be effectively used by giving directivity to an outgoing beam from the source of a back light.

[0062] Furthermore, another effect is the point that bleeding of a display image can be prevented. Although this invention equips the observation side of a liquid crystal display with a lens array sheet, the part is stuck to a liquid crystal cell and it is prepared, many distance equivalent to the substrate for generally enclosing liquid crystal or the thickness of a polarizing element is between the display unit of the liquid crystal layer of a liquid crystal cell, and the concavo-convex field of a lens array sheet. For this reason, the flux of light which penetrated one display unit of a liquid crystal cell reaches not only the unit lens portion equivalent to this display unit portion but the unit lens in a little distant position, and since it is observed as it became large while the profile of one display unit of a liquid crystal cell fades by the effect of a

unit lens, as the display image bled, it is observed. On the other hand, since only the unit lens portion which mainly corresponds since there is directivity in the flux of light which penetrated this display unit portion will be reached even if some distance is between the display unit portion of a liquid crystal layer, and the concavo-convex field of a lens array sheet if the source of a back light with directivity is used, a display image does not bleed as mentioned above. However, since it made it more desirable for a display image to bleed to some extent depending on the use of a liquid crystal display, it can respond in controlling the directivity of the source of a back light in this case.

[0063] It is desirable to satisfy the following formula (4) about the directivity of the source of a back light to the purpose of preventing a blot of a display image.

$$p \geq d \tan \chi \dots (4)$$

Here,  $p$  (mm) expresses the array pitch of a display unit, if it puts in another way in the length in the direction of minute unit lens orientation of the display unit of a liquid crystal cell. However, when a liquid crystal cell forms 1 dot of \*\*\*\*\* for two or more pixels for the purpose, such as performing color display, let 1 dot be a display unit. Moreover, when the concavo-convex field of a liquid crystal layer and a micro-lens array sheet is the distance of the point of having approached the liquid crystal layer most and  $d$  (mm) leans  $\chi$  in the minute unit lens array direction in certain one on the source of a back light from the direction which shows the maximum brightness, an angle (this may be hereafter called "angle of beam spread of a back light") until brightness becomes half [ of the maximum brightness ] is expressed.

[0064] In order to consider as the source of a back light with such directivity The method [ flux of light / by which outgoing radiation was carried out from the light sources, such as a fluorescence pipe ] using the means of a Fresnel lens, the Fresnel prism, etc., The means using the multi-reflector which combined the minute reflector as a reflecting mirror, There is a means to absorb the unnecessary flux of light by the optical-fiber sheet, the louver, etc. Moreover, although not restricted to these, the point of using effectively the outgoing radiation light of the light sources, such as a fluorescence pipe, and the method of preparing the prism array sheet with which thin-shape-izing and lightweight-ization arranged a minute unit lens and minute prism in the shape of a sheet at the plain-gauze cone point in the luminescence side close to the liquid crystal cell of the source of a back light are [ among these ] desirable.

[0065] Since a liquid crystal cell uses the electro-optical effect of a liquid crystal molecule like the conventional liquid crystal display in this invention, all the manufacture methods of the conventional liquid crystal display can use as it is. An example of the composition of the liquid crystal display of this invention is shown in drawing 10 . The micro-lens array sheet 52 of this invention which consists of the 1st matter layer 1 and the 2nd matter layer 2 with a refractive index smaller than the 1st matter layer makes the 1st matter layer side an observation side side, and the observation side of a liquid crystal cell 51 is equipped with it. 53 shows the source of a back light.

[0066]

[Example] Hereafter, although this invention is explained in detail according to an example, it is not restricted to these.

The metal mold stamped on the corrugated plate-like front face of creation some of examples 1-3 and the example 1 of comparison - 4(1) micro-lens array sheet (MLA) is prepared. It is filled up with the raw material which becomes such metal mold from low Tg ultraviolet-rays hardening resin (refractive index 1.46 after hardening). Furthermore, polyester film (100 micrometers in the Toray Industries, Inc. make, thickness) was piled up on this, after irradiating ultraviolet rays and carrying out temporary hardening of the resin by the high pressure mercury vapor lamp, it removed from metal mold, and some 1-dimensional MLA (MLA1 or 3) as shown in Table 1 was created. Although the concavo-convex field configuration of such MLA is 1-dimensional MLA which, on the other hand, arranged a part of pillar side to \*\* and each array pitch is 50 micrometers, the heights of thread of the irregularity differ, respectively. Moreover, when all of these MLA have adhesiveness and it stuck it on glass monotonous, it was what is stuck by the width of face each unit lens crowning of whose is about 10 micrometers.

[0067] Next, MLA1 or the same thing as 3 was prepared, the adhesiveness of MLA was vanished

by the method of irradiating ultraviolet rays and carrying out full hardening of the ultraviolet-rays hardening resin more nearly again than a lens forming face, and MLA (MLA4 or 6) which a lens crowning does not stick as a method of attachment on glass monotonous was created.

[0068] (2) The lens forming face was carried out inside (liquid crystal cell side), the various micro-lens array sheets created by (1) were stuck on the observation side side of the sault parts ISUTEDDO liquid crystal monochrome display (foreground-color blue mode, about 10 inches [ of screen size vertical angles ], number length of pixels 400x width 640, and dot pitch 290micrometer, with a back light) carried in the personal computer of creation of a liquid crystal display, and evaluation marketing, and MLA created the liquid crystal display with which the observation side side of a liquid crystal cell was equipped. Moreover, the conventional liquid crystal display in the state of attaching nothing was prepared as a candidate for comparison (example 4 of comparison). In addition, the array direction of the unit lens of a micro-lens array sheet was made in agreement with a screen longitudinal direction here.

[0069] Thus, the obtained display was observed from the direction of a normal (transverse plane) and 60 left of the display screen, and display grace was evaluated. Evaluation was performed under the indoor lighting which is anticipated-use environment. The result was collectively shown in Table 1.

[0070]

[Table 1]

	装着したMLA	MLA特性		評 価 結 果	
		凹凸高さ ( $\mu m$ ) (装着前)	頂部粘着性	正面から観察	左60度から観察
実施例 1	MLA 1	8	あり	良好	良好
実施例 2	MLA 2	6	あり	良好	良好
実施例 3	MLA 3	10	あり	良好	良好
比較例 1	MLA 4	8	なし	白化	良好
比較例 2	MLA 5	6	なし	やや白化	良好
比較例 3	MLA 6	10	なし	強く白化し、表示内容判読困難	良好
比較例 4	なし	—	—	良好	画像反転し、表示内容判読困難

[0071] As shown in Table 1, according to the wearing method of the micro-lens array sheet of this invention, it turns out that an angle of visibility can be expanded without reducing the display grace of a liquid crystal display, and a liquid crystal display with the latus angle of visibility which is not in the former is obtained.

[0072]

[Effect of the Invention] The angle at which the good display of a liquid crystal display is observed by this invention, i.e., an angle of visibility, is expanded by leaps and bounds. With namely, the very simple composition of only preparing a micro-lens array in the observation side side of a liquid crystal cell By canceling the fault that the angle of visibility of a liquid crystal display is narrow [ when the case where good display grace comes to be obtained in the observation direction of the latus range, and a display is observed by two or more persons, and the observation angle are restricted ] A display can be observed now that there is nothing completely inconvenient, and the display grace it is undignified inferiority also to other means of displaying, such as a CRT method, comes to be obtained.

[0073] While being able to harness now further by this the outstanding advantages, such as a thin shape which it has originally [ of a liquid crystal display ], lightweight, and a low power, and canceling from before the dissatisfaction and un-arranging to the display grace which was a problem, it becomes possible to develop also for the conventionally impossible new use.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

**[Brief Description of the Drawings]**

[Drawing 1] It is the \*\* type view which expanded a part of liquid crystal display concerning one example of this invention.

[Drawing 2] It is a \*\* type view explaining the outdoor daylight path within a micro-lens array sheet.

[Drawing 3] It is a \*\* type view explaining the outdoor daylight path in the liquid crystal display concerning one example of this invention.

[Drawing 4] It is the outline plan to which some micro-lens array sheets were expanded.

[Drawing 5] It is V view view of the micro-lens array sheet shown in drawing 4 .

[Drawing 6] It is the outline plan to which some micro-lens array sheets were expanded.

[Drawing 7] It is the VII view view of the micro-lens array sheet shown in drawing 6 .

[Drawing 8] It is the VIII view view of the micro-lens array sheet shown in drawing 6 .

[Drawing 9] It is the \*\* type view showing the example of a configuration when equipping a liquid crystal cell with a micro-lens array sheet.

[Drawing 10] It is an outline block diagram explaining an example of the composition of the liquid crystal display concerning one example of this invention.

**[Description of Notations]**

1 1st Matter Layer

2 2nd Matter Layer

3 Concavo-convex Side

4 Front Face of 1st Matter Layer

5 Front Face of 2nd Matter Layer

10 Liquid Crystal Cell Front Face

11 Heights Top Field of 1st Matter Layer

51 Liquid Crystal Cell

52 Micro-Lens Array Sheet

53 Source of Back Light

101 Beam of Light Which Carries Out Incidence from [ of Substrate Side ] Normal

102 Another Beam of Light Which Carries Out Incidence from [ of Substrate Side ] Normal

103 Advance Path of Outdoor Daylight

104 Advance Path of Another Outdoor Daylight

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-120743

(43) 公開日 平成7年(1995)5月12日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 2 F 1/1335

G 0 2 B 3/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

A 8106-2K

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平6-228719

(22) 出願日 平成6年(1994)8月29日

(31) 優先権主張番号 特願平5-235882

(32) 優先日 平5(1993)8月30日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003159

東レ株式会社

東京都中央区日本橋室町2丁目2番1号

(72) 発明者 内田 哲夫

滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株式会社滋賀事業場内

(72) 発明者 鈴木 基之

滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株式会社滋賀事業場内

(72) 発明者 松浦 和夫

滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株式会社滋賀事業場内

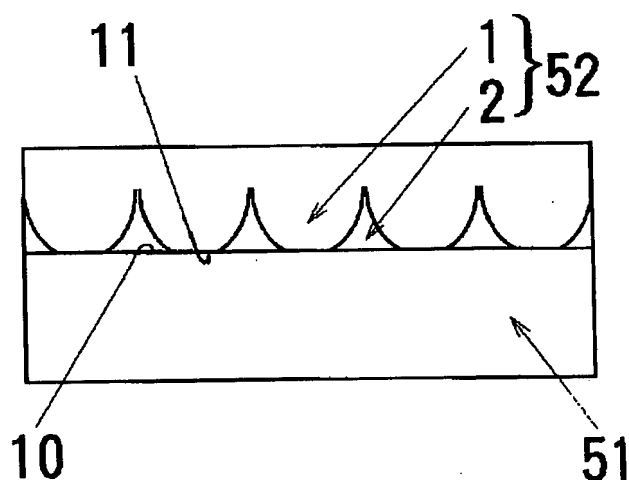
(74) 代理人 弁理士 伴 俊光

(54) 【発明の名称】 マイクロレンズアレイシートの装着方法

(57) 【要約】

【構成】 第1物質層と、該第1物質層より小さい屈折率を持つ第2物質層が2つの平行な平面に挟まれ、第1物質層と第2物質層の界面が凹面および/または凸面形状をなすことによってレンズとして機能する微小単位レンズを面状に配列したマイクロレンズアレイシートを液晶セルに装着する際、微小単位レンズの第1物質層の凹凸面の、凸部頂部領域を液晶セル表面に密着せしめる。

【効果】 液晶ディスプレイの良好な表示が観察される角度、すなわち視野角が、飛躍的に拡大され、液晶ディスプレイの本来持っている薄型、軽量、低消費電力などの優れた利点を更に活かすことができるようになり、従来より問題であった表示品位に対する不満、不都合を解消するとともに、従来不可能であった新しい用途にも展開することが可能となる。





(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1物質層と、該第1物質層より小さい屈折率を持つ第2物質層が2つの平行な平面に挟まれ、第1物質層と第2物質層の界面が凹面および／または凸面形状をなすことによってレンズとして機能する微小単位レンズを面状に配列したマイクロレンズアレイシートを液晶セルに装着する方法であって、微小単位レンズの第1物質層の凹凸面の、凸部頂部領域を液晶セル表面に密着せしめることを特徴とするマイクロレンズアレイシートの装着方法。

【請求項2】 一方の面が平面で、他方の面が凹面および／または凸面形状をなすことによってレンズとして機能する微小単位レンズを面状に配列したマイクロレンズアレイシートであって、該凹面および／または凸面の少なくとも凸部頂部が、粘着性または接着性樹脂により形成されていることを特徴とするマイクロレンズアレイシート。

【請求項3】 請求項2に記載のマイクロレンズアレイシートを、該マイクロレンズアレイシートの粘着性または接着性を用いて、液晶セルの観察面に装着したことを特徴とする液晶ディスプレイ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、マイクロレンズアレイシートの装着方法、その方法に用いて好適なマイクロレンズアレイシート、およびそれを用いた液晶ディスプレイに関する。さらに詳しくは、液晶セルにマイクロレンズアレイシートを装着して液晶ディスプレイを得る技術に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】凸レンズ、凹レンズなどの微小単位レンズを面状に配列したマイクロレンズアレイは、液晶ディスプレイ、光結合光学素子、画像入力装置などへの応用が期待され、研究が進められている。

【0003】マイクロレンズアレイは、大別して2種の形態がある。1つは、微細加工技術によって面状基板上などに制御された凹凸形状単位（微小単位レンズ）を配列形成したものであり、もう1つは、平面状基板中の任意の微小単位部分に屈折率の分布を持たせた、いわゆる平板マイクロレンズアレイである。

【0004】液晶ディスプレイは液晶分子の電気光学効果、すなわち光学異方性（屈折率異方性）、配向性、流動性および誘電異方性などを利用して、任意の表示単位に電界印加あるいは通電して光線透過率や反射率を変化させる光シャッタを配列した液晶セルを用いて表示を行うものである。この液晶ディスプレイには、液晶セルに表示された像を直接観察する直視型ディスプレイと、表示像を正面あるいは背面からスクリーンに投影して観察する投射型ディスプレイがある。

【0005】直視型の液晶ディスプレイ（以下、単に

2

「液晶ディスプレイ」または「LCD」ということがある）は観察方向によって表示品位が変化するという欠点を持っている。一般的には表示面の法線方向から観察した時に最も良好な表示品位が得られるように設定されているので、表示面の法線方向と観察方向のなす角度が大きくなるほど表示品位が低下し、ある角度を超えると観察者が容認できる範囲を超えてしまうという欠点、すなわち良好な表示品位の得られる視野角（以下、単に視野角ということがある）が狭いという欠点を持っている。

10 液晶ディスプレイの視野角を拡大するために、液晶ディスプレイとマイクロレンズアレイシートなどの光学素子を組み合わせることが提案されている。

【0006】液晶ディスプレイの観察面側にレンズなどの光線透過方向を制御する光学素子を組み合わせることで視野角を拡大する方法としては、平凹レンズ群を配する方法（特開昭53-25399号公報）、多面体レンズを配する方法（特開昭56-65175号公報）、プリズム状突起透明板を配する方法（特開昭61-148430号公報）、液晶セルの表示単位にそれぞれレンズを設ける方法（特開昭62-56930号、特開平2-108093号公報）などがあり、さらにこれらに加え透過型ディスプレイの場合に背面光源の光線出射方向を制御する手段を付加するもの（特開昭58-169132号、特開昭60-202464号、特開昭63-253329号公報）などがある。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら従来の方法は、いずれも実用性に乏しく視野角の問題を解消するに至っていない。この理由は、本発明者らの検討によれば、従来提案されてきた方法では視野角を拡大する効果が小さかったり、液晶ディスプレイの表示品位を著しく低下してしまうという欠点があったためである。

30 【0008】すなわち、単凹レンズを配する方法では、相当の曲率が必要であるのでレンズの厚みも含めて考えるとディスプレイの厚みが厚くなり、薄型という液晶ディスプレイの特徴が損なわれるとともに、観察される表示が縮小されるので表示内容が判別しにくくなるという欠点がある。

40 【0009】また従来提案されている平凹レンズ群、多面体レンズ群、レンチキュラーレンズ、プリズム板を配する方法のように、液晶ディスプレイの観察面にそれぞれの光学素子の凹凸面が露出する方法では、視野角を拡大する効果が小さいばかりでなく、液晶ディスプレイを正面（観察面の法線方向）から観察した時の表示コントラストが低下し、また観察方向によっては液晶ディスプレイの外部から入射する光線を強く散乱反射するので、通常の室内照明などの外部からの入射光がある場合には画面全体が白っぽくなり、最明色表示時と最暗色表示時のコントラスト比が低下し表示が見にくくなるという欠点がある。すなわち、液晶ディスプレイを正面から観察

50

(3)

3

した時の表示品位が低下するとともに、表示面の法線方向と観察方向のなす角度が大きくなるほど顕著になり、ある角度以上では殆ど表示内容が判読できなくなるもので、結果的に当初の目的である視野角を拡大することができていなかった。

【0010】また、ガラス基板などの内部に屈折率分布領域を設けた平板マイクロレンズアレイでは、上記の欠点はほぼ解消されるが、十分な屈折率差をとることができないので、視野角拡大効果が小さいという欠点がある。

【0011】なお上記液晶ディスプレイの視野角が狭いという欠点は、液晶ディスプレイの原理的な問題であるため、液晶セル内部の改良によって視野角を拡大することには限界があり十分な効果は得られていない。

【0012】本発明の目的は、上記の欠点を解消し、外光がある通常の使用環境下においても十分な視野角拡大効果のあるマイクロレンズアレイシートの装着方法、その方法に用いて好適なマイクロレンズアレイシートを提供すること、さらに本発明は、それを用いて視野角が広く複数人での観察を可能にする液晶ディスプレイを提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】この目的に沿う本発明のマイクロレンズアレイシートの装着方法は、第1物質層と、該第1物質層より小さい屈折率を持つ第2物質層が2つの平行な平面に挟まれ、第1物質層と第2物質層の界面が凹面および／または凸面形状をなすことによってレンズとして機能する微小単位レンズを面状に配列したマイクロレンズアレイシートを液晶セルに装着する方法であって、微小単位レンズの第1物質層の凹凸面の、凸部頂部領域を液晶セル表面に密着せしめることを特徴とするものからなる。

【0014】また、本発明に係るマイクロレンズアレイシートは、一方の面が平面で、他方の面が凹面および／または凸面形状をなすことによってレンズとして機能する微小単位レンズを面状に配列したマイクロレンズアレイシートであって、該凹面および／または凸面の少なくとも凸部頂部が、粘着性または接着性樹脂により形成されていることを特徴とするものからなる。

【0015】さらに本発明は、前記マイクロレンズアレイシートを、該マイクロレンズアレイシートの粘着性または接着性を用いて、液晶セルの観察面に装着したことを特徴とする液晶ディスプレイを提供するものである。

【0016】本発明において、「液晶ディスプレイ」とは液晶分子の電気光学効果、すなわち光学異方性（屈折率異方性）、配向性、流動性および誘電異方性などを利用し、任意の表示単位に電界印加あるいは通電して液晶の配向状態を変化させることによって光線透過率や反射率を変化させる液晶光シャッタの配列体を用いて表示された画像を、実寸のまま直接観察する画像表示装置をい

4

う。

【0017】本発明において、「液晶セル」とは該液晶光シャッタの配列体をいう。従来のレンチキュラーレンズ、平板マイクロレンズアレイなどのマイクロレンズアレイシートを用いる方法は、上述したように液晶セルの表面に装着して視野角の広い液晶ディスプレイを得ようとしても、視野角拡大効果が小さかったり、正面から観察したときの表示品位の低下が著しかった。

【0018】本発明者らは上記の欠点を鑑み検討を行った結果、正面から観察したときの表示品位を低下させずに視野角を拡大するためには、十分な屈折率差を持つ第1物質層と第2物質層を2つの互いに平行な平面に挟み込み、第1物質層と第2物質層の界面を凹凸形状とすることによって十分な屈折機能を持つ微小単位レンズを配列したマイクロレンズアレイシートとすることによって液晶ディスプレイの視野角を拡大できることを見いだした。しかし、外光が強いときには視認性が低下するという問題があり、さらに検討を進めて本発明を完成した。

【0019】本発明においてマイクロレンズアレイシート（以下、MLAとすることがある）とは、微小単位レンズすなわちレンズ機能を持つ微小な単位部分を面状に配列したものである。ここで「微小な」単位部分とは、単位部分（単位レンズ）の大きさに対して配列体（MLA）が十分に大きいことをいい、ここでは配列体が100以上の単位部分からなる時に、単位部分が微小であるというものとする。

【0020】さらにここで「レンズ機能を持つ」とは、通常の単凸レンズ、単凹レンズなどのように、ある決まった焦点を有する必要はなく、入射する光線を制御された任意の方向へ屈折させる機能があれば良い。

【0021】本発明の単位レンズは2つの平行な平面に挟まれた第1物質層と、該第1物質層より小さい屈折率を持つ第2物質層の界面が凹面および／または凸面形状をなすことによってレンズとして機能するものである。

【0022】凹凸面の形状としては、レンチキュラーレンズのように円弧などの曲線を平行移動させた軌跡で示される曲面を一方向に配列した1次元レンズアレイシートと、矩形、三角形、六角形などの底面をもつドーム状の曲面を縦横に配列した2次元レンズアレイシートがある。また、種々の角度、曲率を持つ平面および／または曲面が組み合わされた多面体形状をしたものでもよい。

【0023】ここで、第1物質層を構成する第1物質と第2物質層を構成する第2物質はそれぞれ実質的に透明な物質である。第1物質としてはガラス材料、透明プラスチック材料などが好ましく用いられる。また第2物質としては、第1物質より屈折率の小さいものであればよく、ガラス材料、透明プラスチック材料のほか、水などの液体や空気などの気体を用いることができる。このような第1物質および第2物質の層は2つの平行な平面に挟まれる。また、その界面を凹面および／又は凸面とす

(4)

5

る。

【0024】ここで平面とは、レンズとして機能する面となる凹凸面に比較して実質的に平面であることを言い、ここでは凹凸面の高さに対して平均粗さRaが5分の1以下であるとき平面であるというものとする。また平行であるとは、同様に凹凸の大きさに対して実質的に平行であることを言う。

【0025】このようなマイクロレンズアレイシートにおいては、単に液晶セルの表面に配置しただけでは、外光のある環境下では、レンズ面での再帰反射によって液晶ディスプレイとした時の視認性が低下するという問題があった。

【0026】そこで、液晶ディスプレイに対する視野角拡大効果を維持しながら、外光の反射を大きく低減させる方法を検討し、マイクロレンズアレイの各単位レンズの第1物質の凸部分頂部領域を液晶セルに密着させ、外光を液晶セル内部へ進行せしめることによって視認性を低下させることなく液晶ディスプレイの視野角を拡大できることを見いだした。

【0027】マイクロレンズアレイシートにおいて、外光がある環境下で視認性が低下する機構について検討した。その結果、高屈折率物質層側からレンズアレイシートに入射した外光が、凹凸面をなしている低屈折率物質層との界面のうち両物質の屈折率差に基づく臨界反射角以上の角度がある部分において全反射し、さらに反射した光線が同様の原理で反射を繰り返すことによって、入射した面から再度出射されること（以下、この現象を「レンズ面での再帰反射」ということがある）が外光の反射の主たる要因であることを究明した。しかし一方で、最初の全反射を起こすような観察面に対して大きな角度を持つ凹凸面の部分が、液晶ディスプレイに搭載した時に大きな視野角拡大効果を発揮する部分であるため、大きな視野角拡大効果を得ようとするほど外光反射が強くなり、液晶ディスプレイとしたときの用途を限定するという問題となっていることが判明した。

【0028】全反射の起こる条件は、よく知られているように、光線が高屈折率物質から低屈折率物質との界面に達したとき、光線の進行方向と界面の法線のなす角度 $\theta$ が下記(1)式で示される臨界反射角 $\theta_c$ 以上である時に起こる。

$$\sin(\theta_c) = n_2 / n_1 \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで $n_2$ は低屈折率物質の屈折率、 $n_1$ は高屈折率物質の屈折率を示す。

【0029】たとえば図2において、高屈折率物質であるレンズ材質層1の屈折率を1.5とし、低屈折率物質層である空気層の屈折率を1.0とすると、臨界反射角 $\theta_c$ は約41.8度となり、これ以上の角度を持って凹凸面3に達した光線はすべて反射する。

【0030】図2においては、外光となる第1物質層側からの入射光、すなわち基板側からの入射光のうち、例

6

えば基板面の法線方向から入射する光線101は、凹凸面3において、2回全反射し、再度基板面から出射される。また別の光線102は、凹凸面3において、3回全反射して、基板面から出射される。このように、全反射を繰り返すことによって入射した面と同じ面から出射される光線が、従来のマイクロレンズアレイシートを用いたときの外光反射の主たる原因となっていた。

【0031】そこで、図1に示すように、マイクロレンズアレイシート52の、第1物質層1の凸部頂部領域11を液晶セル51の表面10の密着させることによって、第1物質層1の一部が、比較的屈折率差の小さい液晶セル表面10と接することになりレンズ面での再帰反射経路の一部で式(1)に示した臨界反射条件が崩れるため、図3に示すように、マイクロレンズアレイシート内に進入した外光103、104は再帰反射せず液晶セル51内に誘導されるので、レンズ面での再帰反射が抑止される。

【0032】図4ないし図8に、本発明に用いられるMLAの形状の模式図を示す。図4および図5はカマボコ状の柱状体を一方向に配列した1次元MLAの例である。また図6ないし図8は六角形の底面をもつドーム状立体を縦横に配列した2次元MLAの例である。図4ないし図8において、第1物質層1および第2物質層2の、互いの界面3とは異なる面4、5は、互いに平行な平面である。

【0033】このような外光反射防止機能を有すれば、マイクロレンズアレイシートの第1物質層の凸部頂部領域を液晶セル表面に密着させる方法は特に問われるものでないが、操作の容易さの点から、好ましい具体的な方法としては、次のようなものが挙げられる。

(1) 微小単位レンズ第1物質層の少なくとも凸部頂部領域を粘着性または接着性物質により形成し、かかる粘着性または接着性を利用して液晶セルの表面に装着する方法。

(2) 微小単位レンズ第1物質層の少なくとも凸部頂部領域に、粘着あるいは接着性物質を塗布しておき、かかる粘着性または接着性を利用して液晶セルの表面に装着する方法。

(3) 液晶セル表面の、少なくとも微小単位レンズ第1物質層の少なくとも凸部頂部領域が相対する部分に粘着性あるいは接着性物質を塗布しておき、かかる粘着性または接着性を利用して液晶セルの表面に装着する方法。

(4) 別に用意された透明平板状基材表面の少なくとも凸部頂部領域が相対する部分に粘着性あるいは接着性物質を塗布しておき、かかる粘着性または接着性を利用して該基材表面にマイクロレンズアレイシートを装着した後、該基材を介して液晶セルに装着する方法。

【0034】なお、これらの方法において、MLA及び液晶セルを構成する各部材を組み立てる順序については特に問われるものでなく、生産性や得られるLCDの品

(5)

7

質などを勘案して適宜選択される。すなわち、従来のLCDと同様の工程によって液晶セルを組み立てた後、MLAを装着してもよいし、また液晶セルの観察面側に配される偏光フィルムなどの部材にMLAを複合した後、液晶ディスプレイを組み立ててもよい。

【0035】ここでいう粘着性または接着性のある物質とは、一般に粘着剤あるいは接着剤と呼ばれるもので、液晶セルに装着した際、微小単位レンズ頂部が、液晶セル観察面に密着させることができるものをいい、取り扱いが容易な点から高分子樹脂組成物であることが好ましい。該樹脂組成物は求める粘着性あるいは接着性によって、樹脂の重合度、ガラス転移温度等を考慮し選択される。かかる樹脂としては特に限定されるものではないが、代表例を例示するなら、熱可塑性樹脂、紫外線硬化型樹脂などが挙げられ、微小単位レンズを形成する方法の簡便さを考慮すると紫外線硬化型樹脂が好ましく使用される。

【0036】マイクロレンズアレイシートの第1物質層凸部頂部領域が液晶セル表面に密着した形態としては、図9に示したように、液晶ディスプレイ3に装着したときの、レンズ高さ(a)、レンズピッチ(b)、平坦部幅(c)は、次の関係にあることが好ましい。すなわち、 $a/b$ が $1/3 \sim 5/1$ 、さらに好ましくは $1/2 \sim 4/1$ であること、 $b/c$ が $2/1 \sim 10/1$ 、さらに好ましくは $2/1 \sim 5/1$ であることが好ましい。

【0037】本発明の、この態様は、第2物質層が空気であるとき、さらに大きな効果を有する。すなわち、液晶セルへの装着が容易になる点と、大きな視野角拡大効果を得やすいという2点である。

【0038】液晶セルへマイクロレンズアレイシートを装着する際、第2物質層が透明プラスチック樹脂などの固体の場合は、該第2物質層自体に粘着性あるいは接着性を持たせたり、または該第2物質層上に粘着剤層あるいは接着剤層を積層することによって液晶セルへ密着させて装着することができるが、第2物質層が空気である場合には第1物質層あるいは第1物質層を形成させる基材の剛性やマイクロレンズアレイシートを保持する付加的な部材によってマイクロレンズアレイシートを液晶セル上に支持することが必要となるためである。

【0039】また、大きな視野角拡大効果を得るためには第1物質と第2物質の間に大きな屈折率差が必要になるが、一般に汎用される透明物質の屈折率は1.4～1.6の範囲に集中しているため、これらの材質の中からの選択で大きな視野角拡大効果を得ることは困難であり、特殊な高あるいは低屈折率物質を用いざるをえない。しかし、第2物質層として空気を用いれば汎用材料で大きな視野角拡大効果を得ることができるようになる。

【0040】本発明の用いるマイクロレンズアレイシートは、液晶ディスプレイに装着した際に観察面表面とな

8

る面、例えば図4ないし図8に示した構成のマイクロレンズアレイシートにおける第1物質層側の表面4には、必要に応じて、従来の液晶ディスプレイの観察面表面になされているような、帯電防止処理、表面硬化処理（ハードコート）や光学多層薄膜による反射防止（アンチリフレクション）処理、防眩（ノングレア）処理などを施すことができる。

【0041】MLAが形成される基材は、使用方法に応じて選ぶことができるし、また必須なものではないが、最も汎用性が高いのは、ガラスや透明プラスチックフィルム上に形成したMLAを用いる方法である。この場合、取り扱いやすさやレンズ面の形成が比較的容易であることから透明なプラスチックフィルムを基材とすることが好ましい。

【0042】マイクロレンズアレイシートは、従来のレンチキュラーレンズやフレネルレンズの製造方法を応用したり、また新規の方法によって得ることができる。

【0043】すなわち、第1物質層または第2物質層を得るためには、あらかじめ求めるレンズ形状が刻印された雌金型を用意し、樹脂などを充填してシート表面上に転写する方法、同様の金型を用意し樹脂を注入して基材部分とレンズ群部分を同時に成形する方法、紫外線硬化樹脂等の光硬化樹脂をプラスチックフィルムなどの基材上に均一に塗布し求める部位のみに光線を照射して硬化させた後、不要部分を除去する方法、プラスチックまたはガラスなどの基材表面を機械的に切削してレンズ形状を作成する方法、およびこれらを組合せた方法などが挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0044】これらのうち、連続的に製造でき生産性が良く精密な加工ができる点で、金型に紫外線硬化樹脂を充填しプラスチックフィルム基材上に転写しながら紫外線を照射して硬化せしめる方法が好ましい。

【0045】このようにして第1物質層あるいは第2物質層を得た後、第2物質として空気以外の物質を用いるときは、その物質層となる材料を充填してマイクロレンズアレイシートを得ることができる。

【0046】また新規の方法としては、基板上に紫外線硬化樹脂などの放射線硬化性樹脂を積層し、必要な部位にのみ紫外線などの放射線を照射することによって単位レンズとなる部分を硬化せしめ、追って非硬化部分を除去する方法などがある。

【0047】次に本発明の液晶ディスプレイについて述べる。本発明の液晶ディスプレイは、上述したマイクロレンズアレイの平面側を観察面側にして液晶セルの観察面側に装着、すなわち微小レンズ側を液晶セル側に装着したことを特徴とする液晶ディスプレイである。

【0048】液晶ディスプレイは、任意の形状の表示単位を組み合わせた液晶セルによって任意の情報を表示するものであり、1つの絵文字等により1つの情報を表示するものから、ドット状の表示単位を縦横に配列した液

(6)

9

晶セルによって大容量の情報を表示できるドットマトリクス方式のものまで多種の表示形式があり、本発明の液晶ディスプレイはいずれの形式でも構わないが、視野角を拡大することによる複数人での観察を可能にすることによって得られる効果が大きいのは、情報容量の大きいドットマトリクス方式の液晶ディスプレイである。

【0049】ここで液晶セルとは、液晶分子の電気光学効果、すなわち屈折率および誘電率異方性を持つ液晶分子に電界印加あるいは通電することによって液晶分子の配向状態を変化させることによって電圧印加部分と非印加部分に生じる光学的性質の差を利用して光線透過率を制御する光シャッタ機構を表示単位として配列したものを言う。

【0050】光シャッタ機構の様式を例示するなら、ダイナミックスキャタリングモード(DS)、ゲストホストモード(GH)、相転移モード、ツイステッドネマチックモード(TN)、強誘電性モード、スーパーツイステッドネマチックモード(STN)、ポリマー分散モード、ホメオトロピックモードなどがある。

【0051】また、液晶セルの各表示単位を駆動する方式としては、各液晶セルを独立して駆動するセグメント駆動、各表示単位を時分割駆動する単純マトリクス駆動、各表示単位にトランジスタ、ダイオードなどの能動素子を配したアクティブマトリクス駆動などがある。

【0052】LCDを観察する方式として、LCDの背面に光反射能を有する反射層を設け、LCD前面から入射した光を反射させて観察する反射型と、LCD背面に光源を設けて光源から出射された光をLCDを透過させて観察する透過型LCDがある。また、両者を兼用するものもある。

【0053】本発明の液晶ディスプレイは、上記のようないくつかの表示様式、駆動方式、観察方式を求める特性にあわせて適宜組み合わせる構成することができるが、これらのうち、透過型単純マトリクス駆動スーパーツイステッドネマチックモード、透過型アクティブマトリクス駆動ツイステッドネマチックモード、反射型単純マトリクス駆動スーパーツイステッドネマチックモードの液晶ディスプレイのとき本発明の効果が大きい。

【0054】液晶セルの観察面側に先に述べたMLAを設けることによって、従来の液晶ディスプレイの表示品位を低下させることなく、視野角が狭いという欠点を解消することができる。

【0055】一般に、液晶セルの観察方向による表示品位の変化は、観察方向とセル観察面の法線方向がなす角度が一定であっても、観察方向が該法線を軸として回転することによっても発生する。すなわち、セルの正面から観察方向を移動する方向によって(表示面に対した時の左方向、右方向、上方向、下方向など)、視野角は異なるのが一般的である。あるいは、液晶ディスプレイの

10

使用目的によっては左右方向の視野角を拡大したいなど優先的に一方の視野角を拡大すべき場合もある。このような場合、液晶セルの各方向の視野角特性、あるいは求める視野角拡大方向について、レンズの機能を各方向によって異なる散乱角度を持つように設計することによって、さらに高い表示品位を持つ液晶ディスプレイとすることができる。

【0056】すなわち、図6ないし図8に示したような2次元MLAでは、液晶セルに装着した時、上下左右各方向について視野角が拡大されるが、図4、図5に示したような1次元MLAによれば、配列方向(図4では紙面左右方向)にのみ視野角を拡大することができる。また、1次元MLAを、その配列方向を直交させるなどして2枚以上積層しても上下左右各方向について視野角が拡大される。

【0057】本発明に用いられるMLAの単位レンズの大きさや位置は、液晶セルの表示単位の大きさによって選ぶことができる。液晶ディスプレイがドットマトリクス方式である場合、1つの表示単位と単位レンズの対応関係には2つの好ましい態様がある。ひとつは、液晶セルの1表示単位にそれぞれ1つの単位レンズが正確に対応しているもので、もうひとつは1表示単位に対して、2つ以上のレンズが対応しているものである。これによって、MLAのレンズ配列ピッチとセルの表示単位ピッチの干渉によるモアレの発生を抑えることができる。これらのうち後者の態様が、精密な位置合わせが不要であり、かつ何種類かのドットサイズを持つセルに対して同一のMLAが使えるようになることから生産性が向上する点で好ましい。さらに好ましくは1ドットに対して4つ以上の単位レンズが対応していることが好ましく、さらには1表示単位に対して8つ以上の単位レンズが対応していることが好ましい。

【0058】ここで、1表示単位に対する単位レンズの個数 $n$ の定義は1次元MLAの場合は下記(2)式で、2次元MLAの場合は下記(3)式で定義される。

$$n = N / (L / l) \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$n = N / (A / a) \quad \dots \dots \dots (3)$$

ここで、 $N$ はLCD表示面上にある単位レンズの総数、 $L$ は液晶セルの1次元MLA単位レンズ配列方向の長さ、 $l$ は液晶セルの1表示単位のうち表示に寄与する部分のレンズ配列方向の長さ、 $A$ はLCD表示面の面積、 $a$ は液晶セルの1表示単位のうち表示に寄与する部分の面積である。これらの式は、LCD表示面の配線スペースなどの表示には直接寄与しない部分を除いた表示単位部分に対応しているレンズの、平均の個数を示すものである。

【0059】本発明において、LCDが背面光源を有する透過型LCDである時、該背面光源は、組み合わせられる液晶セルの有効視角範囲に、光束の80%以上が射出されるものであることが好ましい。

(7)

11

【0060】ここで液晶セルの有効視野角範囲とは、液晶セルを観察した時に良好な表示品位が得られる視野角範囲のことを言い、ここでは最良の表示品位が得られる観察方向での最大のコントラスト比に対して、 $1/5$ のコントラスト比が得られる観察方向の範囲とする。

【0061】このような指向性を持つ背面光源とすることによって得られる効果は二つあり、一つは蛍光管などの光源体から出射される光束が有効に利用できる点である。すなわち本発明の液晶ディスプレイは、レンズアレイシートの個々の単位レンズによって、液晶セルの表示品位の悪い方向に透過してきた光束を屈折させて観察に影響がでないようにすると同時に、良好な表示を示す方向に透過してきた光束を、種々の方向から観察できるようにしているので、従来より一般的に用いられている指向性のない背面光源では表示面の法線方向に対し大きな角度で出射された光束は利用していない。そこで、背面光源からの出射光束に指向性をもたせることによって、光源から出射される光束を有効に利用できることになる。

【0062】さらに、もう一つの効果は表示画像のにじみを防止することができる点である。本発明は、液晶ディスプレイの観察面にレンズアレイシートを装着するものであり、その一部は液晶セルに密着させて設けられるものであるが、液晶セルの液晶層の表示単位とレンズアレイシートの凹凸面の間には一般に液晶を封入するための基板や偏光素子の厚みに相当する距離があることが多い。このため、液晶セルの1つの表示単位を透過した光束は、該表示単位部分に相当する単位レンズ部分だけでなく、やや離れた位置にある単位レンズにも達し、単位レンズの効果で液晶セルの1つの表示単位の輪郭が、ぼやけながら大きくなったように観察されるため表示画像がにじんだように観察される。これに対し、指向性を持った背面光源を用いると、液晶層の表示単位部分とレンズアレイシートの凹凸面の間に多少距離があっても、該表示単位部分を透過した光束には指向性があるので、主に相当する単位レンズ部分だけにしか到達しないので、上記のように表示画像がにじむことがない。ただし、液晶ディスプレイの用途によっては、ある程度表示画像をにじませた方が好ましいこともあり、この場合は背面光源の指向性をコントロールすることで対応が可能である。

【0063】表示画像の滲みを防止するという目的に対しては、背面光源の指向性について次の式(4)を満足することが好ましい。

$$p \geq d \tan \alpha \quad \dots \dots (4)$$

ここで、 $p$  (mm) は、液晶セルの表示単位の微小単位レンズ配向方向における長さ、言い換えれば表示単位の配列ピッチを表す。ただし、液晶セルがカラー表示を行うなどの目的で複数の画素を以って1ドットを形成するときは、1ドットを表示単位とする。また  $d$  (mm)

12

は、液晶層とマイクロレンズアレイシートの凹凸面が最も液晶層に接近した点の距離であり、 $\alpha$  は背面光源上の、ある1点において、最大輝度を示す方向から微小単位レンズ配列方向に傾けていったときに、輝度が最大輝度の半分になるまでの角度（以下、これを「バックライトの指向角」ということがある）を表す。

【0064】このような指向性を持つ背面光源とするためには、蛍光管などの光源から出射された光束をフレネルレンズ、フレネルプリズムなどの手段を用いる方法や、反射鏡として微小反射面を組み合わせたマルチフレクタを用いる手段、光ファイバーシートやルーバーなどによって不要な光束を吸収する手段などがあり、またこれらに限られないが、これらの内、蛍光管などの光源の出射光を有効に利用する点と薄型化、軽量化がしやすい点で微小単位レンズや微小プリズムをシート状に配列したプリズムアレイシートを、背面光源の液晶セルに近接する発光面に設ける方法が好ましい。

【0065】本発明において液晶セルは従来の液晶ディスプレイと同様、液晶分子の電気光学効果を利用したものである。図10に、本発明の液晶ディスプレイの構成の一例を示す。第1物質層1と、第1物質層よりも小さな屈折率をもつ第2物質層2からなる本発明のマイクロレンズアレイシート52が、第1物質層側を観察面側にして液晶セル51の観察面に装着されている。53は背面光源を示している。

【0066】

【実施例】以下、本発明を実施例に従って詳しく説明するが、これらに限られるものではない。

実施例1～3および比較例1～4

(1) マイクロレンズアレイシート (MLA) の作成  
いくつかの波板状表面に刻印された金型を用意し、これらの金型に低Tg紫外線硬化樹脂（硬化後の屈折率1.46）からなる原料を充填し、さらにこの上にポリエステルフィルム（東レ（株）製、厚さ100 $\mu$ m）を重ね合わせて、高圧水銀灯によって紫外線を照射して樹脂を仮硬化せしめたのち金型よりとりはずし、表1に示したような、いくつかの1次元MLA（MLA1ないし3）を作成した。これらの、MLAの凹凸面形状は、円柱側面の一部分を一方に配列した1次元MLAであり、配列ピッチはいずれも50 $\mu$ mであるが、その凹凸の山の高さがそれぞれ異なるものである。また、これらMLAは全て粘着性を有しており、ガラス平板上に貼り付けると個々の単位レンズ頂部が約10 $\mu$ mの幅で密着するものであった。

【0067】次にMLA1ないし3と同じものを用意し、再度、レンズ形成面より紫外線を照射して紫外線硬化樹脂を完全硬化させる方法でMLAの粘着性を消失させて、ガラス平板上に貼り付けようとしてもレンズ頂部が密着しないMLA（MLA4ないし6）を作成した。

(8)

13

【0068】(2) 液晶ディスプレイの作成および評価  
市販のパーソナルコンピュータに搭載されたスーパーツイステッド液晶モノクロディスプレイ（表示色ブルーモード、画面サイズ対角約10インチ、画素数縦400×横640、ドットピッチ290 $\mu$ m、バックライト付き）の観察面側に(1)で作成した種々のマイクロレンズアレイシートをレンズ形成面を内側（液晶セル側）にして貼り付け、MLAが液晶セルの観察面側に装着された液晶ディスプレイを作成した。また、何も取り付けない状態の、従来の液晶ディスプレイを比較対象（比較例

\*10

【表1】

	装着したMLA	MLA特性		評価結果	
		凹凸高さ ( $\mu$ m) (装着前)	頂部粘着性	正面から観察	左60度から観察
実施例1	MLA1	8	あり	良好	良好
実施例2	MLA2	6	あり	良好	良好
実施例3	MLA3	10	あり	良好	良好
比較例1	MLA4	8	なし	白化	良好
比較例2	MLA5	6	なし	やや白化	良好
比較例3	MLA6	10	なし	強く白化し、表示内容判読困難	良好
比較例4	なし	—	—	良好	画像反転し、表示内容判読困難

【0071】表1に示したように、本発明のマイクロレンズアレイシートの装着方法によれば、液晶ディスプレイの表示品位を低下させることなく視野角を拡大することができ、従来にない広い視野角をもった液晶ディスプレイが得られることがわかる。

【0072】

【発明の効果】本発明によって液晶ディスプレイの良好な表示が観察される角度、すなわち視野角が、飛躍的に拡大される。すなわち、液晶セルの観察面側に、マイクロレンズアレイを設けるだけの極めて単純な構成で、液晶ディスプレイの視野角が狭いという欠点が解消されることによって、広い範囲の観察方向において良好な表示品位が得られるようになり、表示を複数人で観察する場合や観察角度が制限されている場合などにおいても、全く不都合なく表示を観察することが出来るようになり、CRT方式などの他の表示方式に対しても全く遜色ない表示品位が得られるようになる。

【0073】これにより、液晶ディスプレイの本来持っている薄型、軽量、低消費電力などの優れた利点を更に活かすことができるようになり、従来より問題であった表示品位に対する不満、不都合を解消するとともに、従来不可能であった新しい用途にも展開することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係る液晶ディスプレイの一

14

\*4)として用意した。なお、ここでマイクロレンズアレイシートの単位レンズの配列方向は画面左右方向と一致させた。

【0069】このようにして得たディスプレイを、ディスプレイ表示面の法線方向（正面）および左60度から観察し表示品位を評価した。評価は、通常の使用環境である室内照明下で行った。結果を表1にまとめて示した。

【0070】

【表1】

部分を拡大した模式図である。

【図2】マイクロレンズアレイシート内での外光経路を説明する模式図である。

【図3】本発明の一実施例に係る液晶ディスプレイにおける外光経路を説明する模式図である。

【図4】マイクロレンズアレイシートの一部分を拡大した概略平面図である。

【図5】図4に示したマイクロレンズアレイシートのV矢視図である。

【図6】マイクロレンズアレイシートの一部分を拡大した概略平面図である。

【図7】図6に示したマイクロレンズアレイシートのV I I矢視図である。

【図8】図6に示したマイクロレンズアレイシートのV I I I矢視図である。

【図9】マイクロレンズアレイシートを液晶セルに装着した時の形状例を示す模式図である。

【図10】本発明の一実施例に係る液晶ディスプレイの構成の一例を説明する概略構成図である。

【符号の説明】

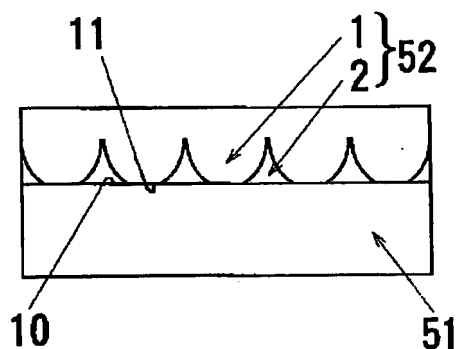
- 1 第1物質層
- 2 第2物質層
- 3 凹凸面
- 4 第1物質層の表面
- 5 第2物質層の表面

(9)

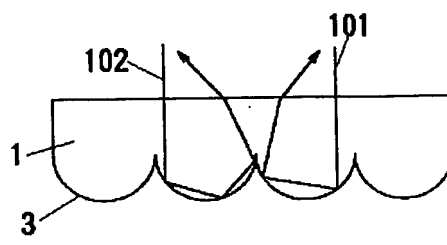
15

- 10 液晶セル表面  
 11 第1物質層の凸部頂部領域  
 51 液晶セル  
 52 マイクロレンズアレイシート  
 53 背面光源

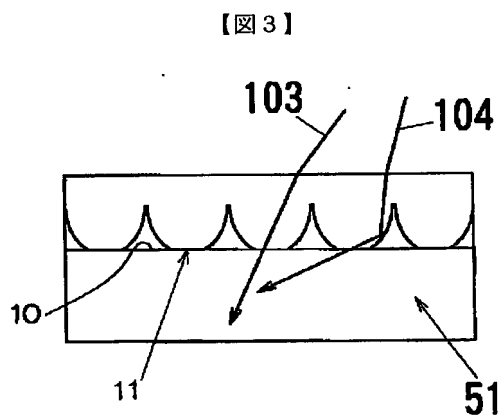
【図1】



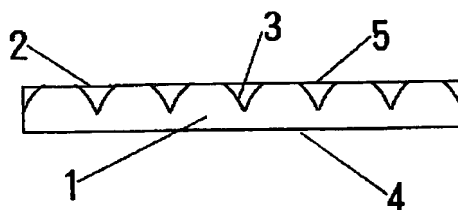
【図2】



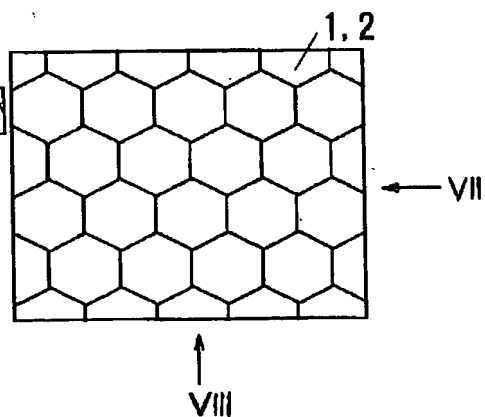
【図4】



【図5】



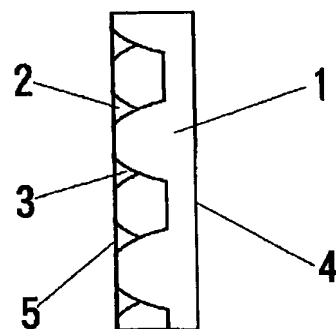
【図6】



16

- 101 基板面の法線方向から入射する光線  
 102 基板面の法線方向から入射する別の光線  
 103 外光の進行経路  
 104 別の外光の進行経路

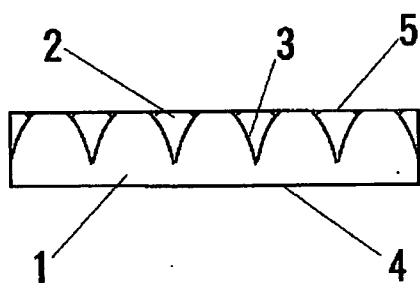
【図7】



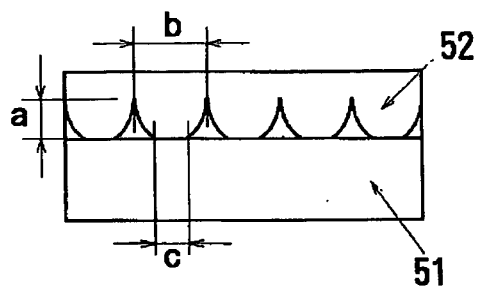


(10)

【図8】



【図9】



【図10】

